Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA Adecuación a las modalidades presencial y a distancia por Pandemia COVID-19			
Asignatura:	**TERMODINÁMICA Y MÁQUINAS TÉRMICAS**		
Docente Responsable:	**Profesor Titular Esp. Ing. TERESA FÁTIMA RAUEK**		
Carrera:	**Ingeniería Industrial - Mecatrónica**		
Año: 2021	**Semestre: 2do.**	**Horas Semestre: 90**	**Horas Semana: 6**

OBJETIVOS

Que el alumno en un proceso de aprehensión de conceptos y posterior reflexión y juicio sobre ellos logre:

a) Comprender y aplicar los principios fundamentales de la Termodinámica.
b) Desarrollar un conocimiento cabal sobre las transformaciones mutuas de las distintas formas de energía y las propiedades de las sustancias involucradas en tales procesos.
c) Conocer los principios de funcionamiento de las máquinas de combustión interna y externa, instalaciones frigoríficas y de acondicionamiento de aire.
d) Tomar conocimiento, a través de una clasificación general, de los principios de funcionamiento de las distintas máquinas térmicas.
e) Estudiar en forma descriptiva en particular cada una de las máquinas térmicas y de los mecanismos que las componen y su ciclo real de trabajo.
f) Estudiar las posibilidades y limitaciones de cada máquina a través de sus curvas características de funcionamiento y conozca el campo de aplicación más eficiente.
g) Analizar su rendimiento global y realizar los balances térmicos de cada máquina.
h) Elegir correctamente la bibliografía a consultar frente a un problema específico y sepa usar tablas, ábacos y diagramas de aplicación en su vida profesional.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Conceptos fundamentales. Primer principio de la termodinámica. Algunas consecuencias del primer principio. Ecuación de estado, transformación. Termoquímica. Segundo principio de la termodinámica. Propiedades de los ciclos reversibles. Termodinámica química. Expresión general del equilibrio químico. Aire húmedo. Principios de funcionamiento de las distintas máquinas térmicas y de los mecanismos que las componen y su ciclo real de trabajo. Curvas características de funcionamiento y campo de aplicación más eficiente. Rendimiento global y balances térmicos de cada máquina. Aplicaciones en Ingeniería.

CONTENIDOS

UNIDAD 1: CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1.A. Sistema y medio ambiente. Termodinámica: objeto, importancia, alcances y limitaciones. Definiciones y convenciones. Definición macroscópica y microscópica de un sistema. Sistemas abiertos, cerrados, homogéneos, heterogéneos, ideales y reales. Estado de un sistema, propiedades extensivas e intensivas.

1.B. Equilibrio termodinámico. Potenciales mecánicos, térmicos y químicos. Transformaciones abiertas y cerradas, reversibles e irreversibles. Equilibrio térmico, principio

Centro Universitario (M5502). Ciudad de Mendoza. Provincia de Mendoza. República Argentina.
Casilla de Correos 405. Tel. +54-261-4494002. Sitio web: http://ingenieria.uncuyo.edu.ar

cero de la termodinámica. Temperatura: concepto, termometría. Escalas.
1.C. Sustancias puras. Concepto de sustancia pura y de fase. Propiedades P-v-T de una sustancia pura. Fases de equilibrio: vapor-líquido-sólido. Diagramas T-v ; P-T y P-v Ecuaciones para una mezcla saturada líquido vapor. Postulado de estado. Tablas de propiedades termodinámicas. Superficie de estado P-v-T.

UNIDAD 2: GASES IDEALES Y REALES.

2.A. Gases Ideales y Reales. Relaciones P-V-T. El gas ideal. Ecuación de estado del gas ideal. Gases reales. Experiencia de Andrews. Ecuación de estado de Van der Waals. Otras ecuaciones de estado para gases reales. Ecuación de estado reducida. Ley de los estados correspondientes. Factor de compresibilidad.
2.B. Mezclas de Gases Ideales y Reales. Mezcla de gases ideales. Ley de Amagat y ley de Dalton. Propiedades de las mezcla de gases ideales. Mezcla de gases reales. Propiedades de las mezcla de gases reales. Parámetros pseudocríticos y pseudorreducidos. Determinación del factor de compresibilidad de una mezcla de gases reales.

UNIDAD 3: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINAMICA PARA SISTEMAS CERRADOS

3.A. Calor. Naturaleza, concepto, unidades. Capacidad calorífica. Calor específico verdadero o instantáneo, variabilidad de los calores específicos. Calores específicos principales. Tablas de calores específicos. Calor especifico medio. Flujo calorífico cuasiestático. Foco calorífico. Cálculo del calor intercambiado entre sistema y medio. Convención de signos.
3.B. Trabajo. Naturaleza, definición, concepto, signo. Cálculo del trabajo transferido entre sistema y medio. Trabajo de expansión o compresión cuasiestático o reversible. Diagrama P-V. Comparación entre calor y trabajo. Trabajo eléctrico. Equivalencia entre calor y trabajo.
3.C. Primer Principio de la Termodinámica. Primer principio, su enunciación experimental. Formulación matemática para un sistema cerrado, transformación cerrada y abierta Primer principio como balance de energía.
3.D. Energía Interna. Energía interna generalizada. Su naturaleza. Energía interna U como propiedad termodinámica. Experiencia de Joule. Ecuación energética de un Sistema Cerrado. Energía interna del gas ideal y no ideal.

UNIDAD 4: PRIMER PRINCIPIO PARA SISTEMAS ABIERTOS. TRANSFORMACIONES

***4.A*. Primer principio de la Termodinámica para sistemas abiertos**. Volumen de control. Balance de masa. Ecuación del primer principio para sistemas abiertos en flujo no estable. Flujo estable o estacionario. Balance de masa y energía para sistemas abiertos en flujo estable. Trabajo de circulación, representación gráfica.
4.B. Aplicaciones del primer principio para sistemas abiertos. Aplicación del primer principio para sistemas abiertos en flujo estable a procesos en una tobera, en una turbina, en un compresor, en un intercambiador de calor, en una caldera, en un tabique poroso o estrangulamiento, en un fluido por una tubería. Llenado o vaciado de un recipiente.
4.C. Entalpía. Entalpía propiedad termodinámica, entalpía del gas ideal y no ideal. Algunas propiedades de la entalpía. Comparación entre la energía interna y la entalpía.
4.D Transformaciones o Procesos. Transformaciones ideales de un gas ideal para Sistemas Cerrados y Abiertos en Régimen Estacionario: ecuaciones características de las isocóras, isóbaras, isotérmicas, adiabáticas y politrópicas. Representación gráfica en el plano dinámico. Calculo de los cambios energéticos en cada transformación considerando los calores específicos constantes con la temperatura.

UNIDAD 5: TERMOQUIMICA

5.A. Sistemas Químicos Reactivos. Calor de reacción. Descripción de los sistemas químicos reactivos. Variable grado de avance de la reacción. El primer principio de la termodinámica aplicada a las reacciones químicas. Reacción a presión constante. Entalpía normal de formación. Reacciones a volumen constante. Relación entre ΔH_{PT} y ΔU_{VT}.Bomba

Centro Universitario (M5502). Ciudad de Mendoza. Provincia de Mendoza. República Argentina.
Casilla de Correos 405. Tel. +54-261-4494002. Sitio web: http://ingenieria.uncuyo.edu.ar

calorimétrica
5.B. Leyes Termoquímicas. Ley de Lavoisier Laplace. Ley de Hess***.*** Dependencia de los calores de reacción con la temperatura. Ecuación de Kirchoff. Resolución por integral definida.
5.C. Combustión. La Combustión. Combustibles. Proceso de la combustión. Calor normal de combustión. Poder calorífico superior e inferior de un combustible. Punto de rocío de los humos. Análisis de los productos de la combustión Temperatura máxima de reacción. Temperaturas reales de llama.

UNIDAD 6: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

6.A. Necesidad de enunciar el segundo principio y formas de abordarlo. Transformación de trabajo en calor y de calor en trabajo. Características relevantes de los ciclos de máquinas térmicas. Enunciados de Kelvin-Planck y Clausius. Móvil perpetuo. Equivalencia de los enunciados de Kelvin-Planck y Clausius.
6.B. Reversibilidad e Irreversibilidad. Conceptos. Procesos naturales: ejemplos. Irreversibilidad interna y externa: mecánica, térmica y química. Justificación de la idealización.
6.C. Transformación del Calor en Trabajo: Motor ideal. Ciclos de Carnot con y sin cambio de fase. Rendimiento de Carnot. Máquina Frigorífica: ciclo y coeficiente de eficiencia. Teorema y corolario de Carnot.

UNIDAD 7: ENTROPÍA

7.A. Teoremas de Poincaré para ciclos reversibles. Teorema de Clausius: ciclos reversibles e irreversibles.
7.B. Entropía. Expresión matemática a partir del Teorema de Clausius: procesos reversibles e irreversibles. Deducción matemática de la Entropía. Entropía y energía. Características de la Entropía. Representación gráfica en diagramas T-v y T-s.
7.C. Entropía de sustancias puras. Cálculo de la entropía: gases ideales. Diagrama P-v. Principio de aumento de la Entropía. 3er Principio de la Termodinámica. Cálculo de la Entropía: probabilidad. Balance de Entropía: transformaciones reversibles e irreversibles. Sistemas cerrados y abiertos.

UNIDAD 8: EXERGÍA

8.A. Concepto de exergía: energía útil y no útil. Estado muerto. Exergía Mecánica: cinética y potencial. Sistemas cerrados. Exergía por Presión: expansión y compresión. Diagramas P-v. Trabajo reversible e irreversible. Irreversibilidad. Exergía Térmica. Exergía Termo-mecánica. Cálculo de la exergía para sistemas cerrados. Diagrama T-s.
8.B. Sistemas Abiertos. Máquinas Térmicas: rendimiento exergético. Balance de exergía: transformaciones reversibles e irreversibles. Sistemas cerrados y abiertos.

UNIDAD 9: EQUILIBRIO QUÍMICO Y DE FASE. ENERGÍA LIBRE

9.A. Relaciones entre propiedades y Potenciales termodinámicos. Sistemas homogéneos cerrados multicomponentes: combinación del 1º y 2º principios de la termodinámica. Relaciones termodinámicas entre propiedades. Relaciones de Maxwell. Criterios de Equilibrio. La energía interna, la entalpía, la función de Helmholtz y la energía libre como potenciales extensivos termodinámicos.
9.B. Energía Libre y equilibrio químico. Energía libre de Gibbs. Energías libres normales. Influencia de T en la espontaneidad de una reacción. Dependencia de G con P. Relación cuantitativa entre ΔG y la constante de equilibrio de una reacción. Mezclas de gases no ideales. Concepto de fugacidad.
9.C Equilibrio de Fase. El problema del equilibrio de fases. Esencia del problema. Sistema de un componente. Estabilidad de las fases. Sistema multicomponente. Ecuación de Clapeyron. Regla de las fases.

UNIDAD 10: CICLOS DE MOTORES DE GAS

10.A. Definición de Máquina Térmica: combustión interna y externa. Ciclo ideal y real. Ciclos

Centro Universitario (M5502). Ciudad de Mendoza. Provincia de Mendoza. República Argentina.
Casilla de Correos 405. Tel. +54-261-4494002. Sitio web: http://ingenieria.uncuyo.edu.ar

reversibles de Carnot.
10.B. Ciclo Otto. Descripción. Relación de compresión. Rendimiento. Diagrama rendimiento en función de la relación de compresión. Calor específico constante y variable.
10.C. Ciclo Diesel. Descripción. Relación de compresión y de inyección. Rendimiento, Diagrama rendimiento en función de las relaciones de compresión e inyección. Comparación con el ciclo Otto. Ciclo Semidiesel: Descripción.
10.D. **Rendimiento comparativo**: Otto, Diesel y Semi-Diesel. Motor ideal y real: diferencias***.*** Ciclo indicado. Potencia indicada. Análisis de un ciclo indicado. Potencia indicada y efectiva. Rendimiento mecánico.

UNIDAD 11: TURBINAS DE GAS

11.A. Ciclo Brayton. Ciclo abierto y ciclo cerrado. Ciclo Brayton. Rendimiento térmico. Relaciones de trabajo máximo. Diferencias entre el ciclo Brayton real e ideal. Rendimiento isoentrópico del compresor y de la turbina.
11.B. Optimización – Rendimientos. Mejoras para aumentar el rendimiento térmico de una turbina: Regeneración. Compresión multietapa con refrigeración intermedia. Expansión multietapa con recalentamiento. Aplicaciones más frecuentes de las turbinas de gas.

UNIDAD 12: CICLOS DE MAQUINAS DE VAPOR Y CICLOS FRIGORIFICOS

12.A. Ciclos de Maquinas de Vapor . Ciclos de máquinas de vapor: Ciclo de Carnot para fluidos condensables. Rendimiento del ciclo y relación trabajo. Ciclo de Rankine ideal. Irreversibilidades. Rendimientos isentrópicos. Introducción de mejoras. Ciclo con expansión multietapa y ciclo regenerativo. Cogeneración .Ciclo combinado
12.B. Ciclos Frigoríficos. Ciclos de refrigeración o ciclos frigoríficos. Concepto de maquina frigorífica y de bomba de calor. Coeficientes de operación. Ciclo inverso de Carnot. Ciclos a compresión de vapor. Dos fríos. Irreversibilidades. Selección del refrigerante. Mejoras para aumentar la eficiencia. Doble compresión con refrigeración intermedia, subenfriamiento del líquido, reinyección. Casos de aplicación. Sistemas de refrigeración por absorción.

UNIDAD 13: AIRE HÚMEDO

13.A. Mezcla ideal de aire y agua. Grados de libertad. Presión Total y Parcial. Presión de vapor y de saturación. Volumen específico y densidad. Humedad absoluta, máxima, relativa y grado de saturación. Entalpía del aire húmedo saturado y niebla. Mezclas de corrientes de aire húmedo
13.B. Temperaturas – Cálculo y Medición. Temperatura de Rocío. Temperatura de Saturación. Temperatura de Bulbo Seco. Temperatura de Bulbo Húmedo. Psicrómetro. Temperatura de Saturación Adiabática.
13.C. Tablas y Diagramas. *Tablas de aire húmedo. Diagrama Psicrométrico. Diagrama entálpico. Procesos con aire húmedo*

PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

1. ***Propiedades de las Sustancias Puras:*** Análisis y cálculo de valores numéricos de las propiedades termodinámicas en sistemas constituidos por una sustancia pura. Uso de tablas y diagramas.

2. ***Gases Ideales y Reales. Mezclas :*** Uso de distintas ecuaciones de estado. Resolución numérica de problemas con gases considerando comportamiento ideal y real. Comparación de resultados y verificación de los mismos en tablas de propiedades

3. ***Calor, Trabajo y Primer Principio para Sistemas Cerrados:*** Intercambio de calor en sistemas P-v-T. Calculo de calores específicos y su variación con T. Cálculo del trabajo para distintos procesos y sistemas termodinámicos cerrados. Aplicación del primer principio a la evolución de sistemas cerrados con procesos abiertos y cerrados. Cálculo de variación de energía interna. Determinación de las energías puestas en juego.

4. ***Primer Principio para Sistemas Abiertos:*** Aplicación del primer principio a procesos en régimen estacionario y no estacionario, representativos de casos simples pero de aplicación en la industria.

5. ***Termoquímica:*** Determinación de calores de reacción, formación y combustión en distintas reacciones. Aplicación de las leyes de la termodinámica (Lavoisier, Hess, Kirchoff). Uso de tablas y diagramas. Cálculos básicos de combustión con determinación y uso del poder calorífico de un combustible. Cálculo de temperatura máxima de combustión, analítica y gráficamente.

6. ***Entropía y Exergía:*** Cálculo y determinación de variaciones de entropía, de los sistemas termodinámicos en transformaciones reales. Aplicación del balance de entropía para sistemas cerrados y abiertos. Determinación de entropía generada. Cálculos de exergía para sistemas cerrados y abiertos. Aplicación del balance de exergía. Determinación de exergía destruida.

7. ***Ciclos de Potencia de Gas:*** Estudio de los ciclos ideales descriptos en las distintas máquinas térmicas de combustión interna alternativas y rotativas, con determinación de parámetros característicos del sistema, de las energías puestas en juego y de las eficiencias de la primera y segunda ley. Cálculo de propiedades y energías intercambiadas en máquinas térmicas. Determinación de coeficiente de operación.

8. ***Ciclos de Potencia de Vapor y Ciclo Frigorífico:*** Estudio de los ciclos ideales descriptos en las máquinas térmicas de combustión externa con vapor como fluido de trabajo. Determinación de parámetros característicos del sistema, de las energías puestas en juego y de las eficiencias de la primera y segunda ley. Cálculo de propiedades y energías intercambiadas en máquinas frigoríficas de compresión. Determinación del coeficiente de operación.

9. ***Aire Húmedo:*** Determinación de humedad absoluta, relativa, temperatura de rocío, volumen específico, humedad de saturación, temperatura de bulbo húmedo, analíticamente y mediante el diagrama psicrométrico. Estudio del estado final en la mezcla de dos masas de aire.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso de Termodinámica, destinado a futuros ingenieros, tiene contenidos teóricos y prácticos de aplicación en la resolución de problemas sencillos pero reales de la ingeniería de procesos. Se trata de inducir en el alumno la inquietud científica y entrenarlo en descubrir problemas tecnológicos, identificando datos e incógnitas. Así esos problemas tecnológicos pueden ser planteados y solucionados. En el contexto de pandemia COVID 19, se adoptará la modalidad a distancia..

Las actividades programadas consistirán en:

- Clases teóricas virtuales, sincrónicas y asincrónicas
- Resolución de problemas mediante clases virtuales, sincrónicas y asincrónicas

Las clases sincrónicas se dictarán en el horario establecido para la asignatura, utilizando la plataforma ZOOM de la Facultad y las asincrónicas se realizarán en videos que se pondrán a disposición de los alumnos en el Curso de la asignatura en el Aula Abierta (plataforma Moodle). Los alumnos contarán con el cronograma en el que se detallarán las instancias en las que se subirá el material de las clases asincrónicas, a efectos de contar con esos conocimientos oportunamente. Las clases sincrónicas serán grabadas y también puestas a disposición de los alumnos en el Aula Abierta.

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA

Actividad	Carga horaria por semestre
• **Teoría y resolución de ejercicios simples**	80
• **Formación práctica**	
Formación Experimental – Laboratorio	
Resolución de problemas de ingeniería	10
Total	**90**

Porcentaje de Horas Presenciales	0 % del Total
Porcentaje de Horas a Distancia	100 % del Total

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

Autor	*Título*	*Editorial*	*Año*	*Ejemplares en biblioteca*
CALDERÓN LISANDRO	*Cuadernillos de Termodinámica*	*Fac. de Ing. U.N.C*	*2000*	*Videos*
CENGEL Y BOLES	*Termodinámica*	*Mc Graw-Hill 4ta/5ta.Ed*	*2002*	*20*
MORAN Y SHAPIRO	*Termodinámica Técnica Tomos I y II*	*Barcelona-Reverté*	*1999*	*3*
KENNET WARK JR	*Termodinámica*	*Mc Graw-Hill 6ta.Ed*	*2001*	*12*
SONNTAG Y VAN WYLEN	*Termodinámica Clásica y Estadística*	*México, D.F.-Limusa*	*1977*	*5*

Bibliografía complementaria

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
ESTRADA, A de	Termodinámica Técnica	Buenos Aires -Alsina	1958	15
GARCÍA, CARLOS A.	Termodinámica Técnica	Buenos Aires - Alsina	1984	28
GIACOSA DANTE	Motores Endotérmicos	Barcelona-Omega	1988	1
GLASSTONE	Termodinámica para Químicos	Madrid - Aguilar	1966	5
SEARS, F.W.	Introducción a la Term.,Teoría Cinética de los gases y Mecánica Estadística	Barcelona - Reverté,	1959	5
ZEMANSKY M. W.	Calor y Termodinámica	Bilbao - Aguilar.	1968	1

EVALUACIONES

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Los recursos que permiten comprobar el aprendizaje de los alumnos son:

- **Trabajos prácticos:** En las clases teóricas el alumno recibe la información mínima conceptual que le permite abordar la resolución de problemas de aplicación a casos reales, durante las clases prácticas destinadas al efecto y con la asistencia del personal docente. El alumno debe tener en cuenta que cada problema exige la producción de un informe ya que no se trata de un "conjunto de cuentas". Elaborará una carpeta con los informes de cada uno de los prácticos desarrollados que será visada por un docente.

- **Cuestionario de teoría:** Para cada unidad del programa se incluirá un Cuestionario con hasta 10 preguntas de tipo verdadero/falso o bien se selección múltiple que se incorporarán en el Aula Abierta. Su resolución es OBLIGATORIA. Las fechas de habilitación se consignan en el Cronograma. Para considerarlo aprobado se debe obtener como mínimo el 60% del puntaje máximo. Deben aprobarse todos los cuestionarios para obtener la regularidad. Podrán recuperarse hasta cuatro (4) cuestionarios en fecha establecida, ya sea individualmente o mediante cuestionario integrador.

- **Evaluaciones parciales escritas:** Los alumnos deben rendir cuatro parciales y si fuera necesario, un Recuperatorio Global. Los parciales incorporarán problemas o casos de aplicación similares a los resueltos por los alumnos en clase, pero integrando los TP involucrados. Se resolverán preferentemente con formato cuestionario en el Aula Abierta y simultáneamente en la plataforma Zoom. El puntaje máximo asignado a cada parcial es cien (100). Quienes obtengan 300 puntos o más en los cuatro parciales y rindan el examen final hasta las mesas previas al inicio del ciclo 2022, obtendrán el beneficio de rendir, en el examen final, un problema integrador similar a los desarrollados en clase.

- **Regularidad.** Para obtener la REGULARIDAD se requiere la aprobación de todos los cuestionarios de teoría y haber obtenido como mínimo 240 puntos sumando los cuatro parciales. En caso de no satisfacer alguno de estos requisitos se podrá acceder a una instancia adicional que consiste en recuperar hasta 4 cuestionarios (teoría) y/o rendir un global (práctica).

- **Evaluación final a distancia:** Es de carácter teórico–práctico integrador. En el contexto de pandemia por COVID-19 y en el marco de la normativa aplicable, el examen se desarrollará haciendo uso de la plataforma para videoconferencias ZOOM que ha implementado institucionalmente la Facultad, haciendo uso también del Curso en el Aula Abierta, según se describe a continuación:
  Los alumnos que hayan obtenido la Regularidad en la materia iniciarán el examen con la **parte práctica**. La misma se rendirá por escrito, visibles en sesión de plataforma Zoom. Los alumnos que hayan obtenido la Regularidad en la materia con las condiciones del Grupo III, deberán resolver una situación problemática novedosa, de tipo integradora, es decir incluirá conceptos y desarrollos de varias unidades. Los alumnos del Grupo IV deberán resolver una situación problemática similar a alguna de las que se desarrollaron durante el cursado, incluyendo las de los exámenes parciales. Una vez finalizada la resolución, se enviará escaneado en sitio establecido en el Aula Abierta y/o a dirección de correo electrónico preestablecido por la Cátedra. El plazo otorgado para resolución será de 90 min. contados a partir de su inicio. La revisión y calificación de la parte práctica se llevará a cabo preferentemente dentro de los 90min subsiguientes a su entrega, pudiendo ser mayor en función de la cantidad de alumnos. Quienes aprueben esta instancia estarán en condiciones de pasar a rendir el teórico.
  Parte teórica: Quienes aprobaron la parte práctica rendirán la parte teórica del examen final. Se desarrollará mediante la plataforma ZOOM institucional de la Facultad, en horario preestablecido posterior al examen de práctica. Constará de dos instancias, preferentemente por escrito.

Centro Universitario (M5502). Ciudad de Mendoza. Provincia de Mendoza. República Argentina.
Casilla de Correos 405. Tel. +54-261-4494002. Sitio web: http://ingenieria.uncuyo.edu.ar

a) Desarrollo de justificaciones y temas teóricos relacionados con la situación problemática encarada en la parte práctica, que serán asignados por el docente responsable o bien formarán parte de un cuestionario implementado en el Aula Abierta. Se otorgará para el desarrollo un plazo de hasta 60min contados a partir de que el mismo sea dado a conocer al alumno o bien se inicie el coloquio oral. En caso de aprobar, pasará a la instancia 1.2-b.
b) Desarrollo de un tema teórico del Programa Analítico, que será asignado por el docente entre los que formen parte de una de las bolillas del programa de examen. Se sortean dos bolillas al azar y seleccionará una de ellas, que será la considerada por el docente. Deberá desarrollarse por escrito y al finalizar deberá enviarse el archivo en pdf, inmediatamente, al Aula Abierta o a correo electrónico preestablecido. Para dar por aprobada la parte teórica el alumno deberá aprobar con un puntaje mínimo de 60p cada una de las instancias.
.

- **Carpeta de Trabajos Prácticos.** Para la aprobación de la carpeta se le indicará un Trabajo Práctico al azar que deberá fotografiar y enviar al docente responsable, en instancia previa al examen teórico. El cumplimiento de este requisito es condición necesaria para aprobar.

- **Evaluación final presencial**: Cuando se autorice y la Cátedra lo estime pertinente, el examen final presencial será de carácter teórico–práctico integrador. Los alumnos del Grupo III iniciarán el examen con la resolución de un problema o caso de su carpeta de Trabajos Prácticos (CTP) que le será asignado por un docente, en forma oral o escrita, en función de la cantidad de alumnos inscriptos. Aprobada esta instancia, se procede a la extracción de dos (2)) bolillas al azar y a continuación se dispondrá de un mínimo de 15 minutos para reflexionar sobre los temas teóricos que le han tocado en suerte, pudiendo consultar con absoluta libertad toda la bibliografía que necesariamente llevará al examen. Finalizado el repaso, se realizará la exposición oral de los temas teóricos incluidos en las bolillas extraídas. El primero de los temas a exponer lo determinará el docente antes de iniciar el repaso, entre las subunidades de una de las bolillas, previamente elegida por el alumno entre las dos extraídas. Si se aprueba esta instancia, se expondrá un segundo tema, seleccionado por el docente entre las subunidades restantes. En caso de considerarlo necesario, la mesa examinadora puede extender el examen a cualquier otro tema del programa, porque no hay temas aislados, estancos, todos están relacionados entre sí. Los alumnos del Grupo IV inician el examen sin la resolución previa de un problema práctico. Es condición indispensable para aprobar, contar con la CTP visada

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para lograr la aprobación de la asignatura, en la instancia del examen final integrador, el alumno deberá:

- *Ser capaz de aplicar los Principios de la Termodinámica en situaciones problemáticas básicas de ingeniería (equipos individuales, máquinas térmicas y frigoríficas, procesos con aire húmedo, cámaras de combustión, etc.) en las que se producen intercambios de energía térmica y mecánica, incluyendo calor y trabajo*
- *Ser capaz de emplear datos, modelos y procedimientos aptos para caracterizar y representar el estado de equilibrio o procesos de sustancias puras en fases gas, líquido o líquido-vapor y mezclas gaseosas.*
- *Saber graficar los procesos termodinámicos en diagramas apropiados*
- *Demostrar destreza en el manejo de tablas y gráficos utilizados en la resolución de*

casos o problemas

- *Explicar los fenómenos termodinámicos, las características asumidas y las limitaciones iniciales impuestas para la deducción de las ecuaciones que los modelizan..*
- *Definir con exactitud los Principios de la Termodinámica y cada una de las propiedades estudiadas*
- *Interpretar en forma minuciosa las ecuaciones obtenidas y el uso práctico que se desprende de ellas.*

ALUMNOS LIBRES

Se aceptará la inscripción a las mesas examinadoras, a distancia o presenciales, de alumnos libres en cualquiera de las cuatro condiciones que establece el art. A14 de la Ord002/21CDFI.

El examen final constará de una Parte Práctica similar a la de alumnos regulares del Grupo III, y una Parte Teórica. Esta última constará de tres instancias, agregándose al final un segundo tema teórico asignado por el docente responsable entre las dos bolillas sorteadas por el alumno. Deberá presentar la Carpeta de Trabajos Prácticos correspondiente al último año completo de cursado. En caso de tratarse de Examen a distancia, deberá asistir a la Consulta obligatoria y hacer visar su carpeta según se indicó para esa modalidad.

Deberá consultarse previamente por si se aceptaran alumnos libres sólo en algunos de los llamados.

Programa de examen

BOLILLAS								
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1.A	**1.B**	**1.C**	**2.A**	**2.B**	**3.A, D**	**3.B, D**	**3.C, D**	**4.A**
4.B, C	**4.D**	**5.A**	**5.B**	**5.C**	**6.A**	**6.B**	**6.C**	**7.A**
7.B	**7.C**	**8.A**	**8.B**	**9.A**	**9.B**	**9.C**	**13.A**	**13.B**
13.C	**10.A,B,D**	**10.A,C,D**	**12.A**	**12.B**	**11.A**	**11.B**	**12.A**	**12.B**

Esp. Ing. Amb. Teresa Fátima RAUEK

PROFESOR TITULAR

FECHA: 17 de agosto de 2021.-

Centro Universitario (M5502). Ciudad de Mendoza. Provincia de Mendoza. República Argentina.
Casilla de Correos 405. Tel. +54-261-4494002. Sitio web: http://ingenieria.uncuyo.edu.ar